ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés.* Note de M. H. **Deslandres**.

« *Importance de la lumière cathodique.* — La lumière cathodique (ou négative) est la lumière spéciale qui entoure, ainsi qu'une gaine, le pôle négatif, dans l'illumination électrique des gaz raréfiés; elle se distingue, par la couleur et le spectre, des autres parties de l'étincelle qui forment la lumière dite *du pôle positif*. Lorsque la pression diminue, la gaine cathodique s'élargit; et, aux pressions très basses, elle envahit le tube à vide tout entier. A son contact, le verre devient phosphorescent, et c'est alors que les rayons spéciaux issus de la cathode, dits *rayons cathodiques,* apparaissent avec netteté. Ils donnent une tache brillante sur le verre; de plus, ils illuminent faiblement le gaz sur leur passage, la couleur et le spectre étant à peu près les mêmes qu'avec la gaine cathodique aux pressions plus hautes.

» La lumière cathodique est intéressante comme due à l'action des rayons cathodiques sur le gaz, et aussi comme étant la seule lumière connue des gaz aux très basses pressions. A ce point de vue, elle doit fixer l'attention des astronomes qui rencontrent des gaz très raréfiés dans l'atmosphère du Soleil, les comètes et les nébuleuses.

» *Résumé des observations.* — J'ai cherché autrefois déjà la lumière cathodique dans l'air et l'azote ([1]), et j'ai relevé avec soin son spectre spécial, qui est un spectre de bandes. Même j'ai annoncé que la bande la

---

([1]) *Spectre du pôle négatif de l'azote. Loi générale de répartition des raies dans les spectres de bandes* (*Comptes rendus,* t. CIII, 1886, p. 375).

plus forte (λ 391) devait exister intense dans l'aurore boréale terrestre; sa présence a été reconnue plus tard par Paulsen.

» Or j'ai fait récemment la même recherche sur les gaz carbonés (composés oxygénés et hydrogénés). La comète brillante de cette année, qui montre si nettement les bandes du carbone [1] avait ramené mon attention vers ces gaz dont j'ai relevé le premier en 1888 les bandes ultra-violettes, mais dans la partie positive seulement. Il restait à reconnaître la lumière cathodique, au moins dans la région ultra-violette.

» Les gaz étudiés (oxyde de carbone, acide carbonique et acétylène pur aimablement fourni par M. Moissan) ont été illuminés dans des tubes spectraux, à partie capillaire et à électrodes d'aluminium, fermés par une lame de quartz. Pour chaque gaz, on a fait deux épreuves distinctes : *a*. Une épreuve qui offre juxtaposés les spectres de la partie capillaire et de la gaine négative, la pression du gaz étant voisine de 3^{mm}; *b*. Une épreuve qui présente juxtaposés deux spectres de la partie capillaire, obtenus l'un à la pression de 3^{mm}, l'autre à une pression inférieure à $\frac{1}{20}$ de millimètre. La comparaison des deux spectres sur chaque épreuve fait ressortir les raies et bandes propres à la lumière cathodique.

» Dans la partie lumineuse déjà reconnue et dans la première moitié de la région ultra-violette (de λ 400 à λ 300), la lumière cathodique ou négative offre à peu près le même spectre que la lumière positive; mais, dans la seconde moitié du spectre ultra-violet (de λ 300 à λ 200), elle présente un spectre spécial caractéristique, qui est un spectre de bandes nouveau et s'ajoute aux cinq spectres de bandes du carbone déjà connus. Ce spectre nouveau est surtout net et intense avec les composés oxygénés; avec les composés hydrogénés, l'hydrogène et le spectre continu intense qu'il émet dans cette région sont une gêne sérieuse.

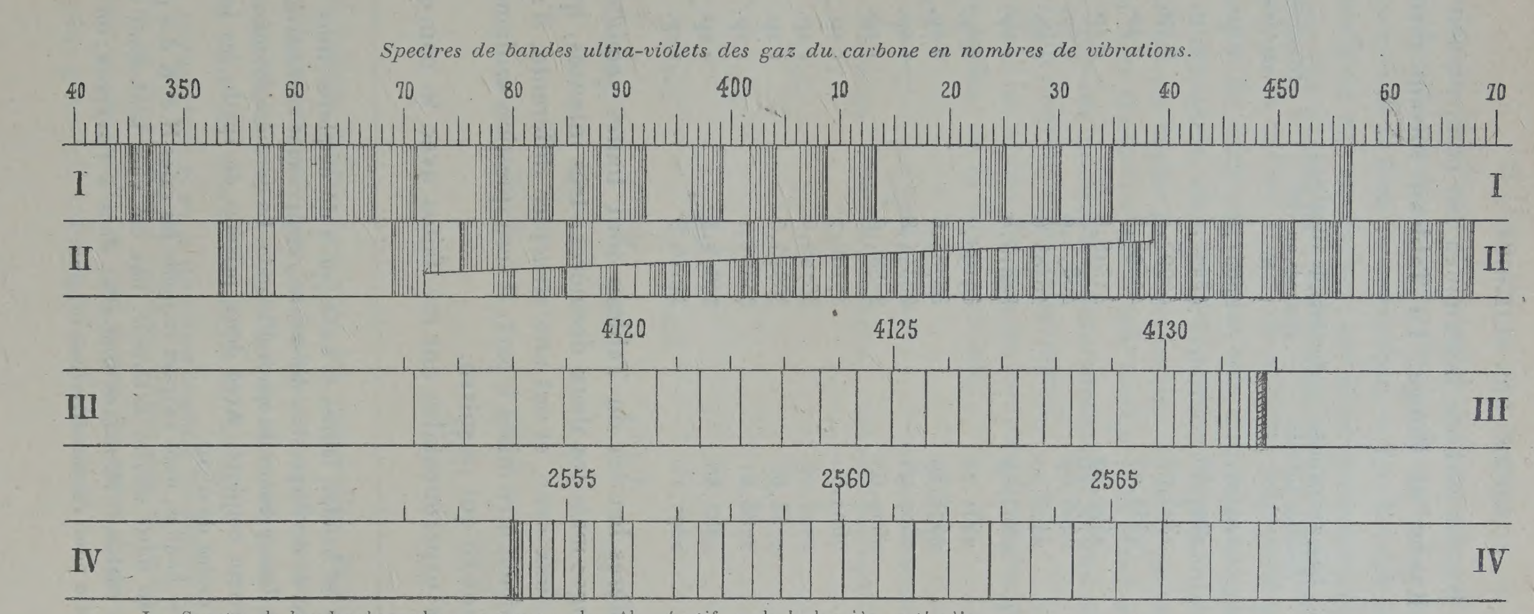
» Cependant ce spectre est situé trop loin dans l'ultra-violet pour avoir un intérêt astronomique; s'il est émis par les comètes, il est arrêté par l'atmosphère terrestre. Mais il a par lui-même une importance réelle.

» La case I de la planche ci-contre donne une vue d'ensemble du spectre nouveau; au-dessous (case II) est le spectre du pôle positif déjà décrit et publié en 1888, et qui offre dans la même région deux spectres de bandes distincts. D'autre part, les longueurs d'onde et nombres de vibrations des

---

[1] *Spectre de bandes des composés hydrogénés et oxygénés du carbone* (*Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 842), et *Observations spectrales de la comète Borrelly* (1903 *c*) (*Comptes rendus*, même Tome, p. 393).

Spectres de bandes ultra-violets des gaz du carbone en nombres de vibrations.



I. Spectre de bandes du carbone, nouveau, du pôle négatif ou de la lumière cathodique.
II. Spectre de bandes des gaz carbonés du pôle positif, de la même région, formé de deux spectres distincts, et déjà publié en 1888.
III. Bande du pôle négatif (gaz carbonés) résolue en raies fines.
IV. Bande du pôle négatif de l'azote, résolue en raies fines.

têtes des nouvelles bandes ont été déterminés par comparaison avec le spectre du fer de Kayser et Runge. Le Tableau suivant résume les mesures (¹) :

Intensité (10 étant la plus forte).	Longueur d'onde ramenée au vide λ.	Nombres de vibrations ramenés au vide N.	Dispersion employée.
4	2190,51	45651,4	1 qu.
7	2300,36	43473,4	2 sp.
7	2325,93	42995,5	2 sp.
4	2353,23	42496,5	2 sp.
8	2420,29	41318,8	2 sp.
8	2446,69	40872,9	2 sp.
4	2475,10	40403,6	2 sp.
3	2505,39	39915,0	1 sp.
5	2551,20	39198,1	2 sp.
6	2578,39	38784,6	2 sp.
4	2607,95	38344,8	1 sp.
4	2639,63	37884,6	1 sp.
2	2694,80	37108,7	1 sp.
3	2723,06	36723,5	1 sp.
1	2753,65	36315,5	1 sp.
1	2786,51	35887,1	1 sp.
10	2883,86	34675,3	2 sp.
10	2897,11	34516,8	2 sp.

» Les seize premières bandes du Tableau sont toutes semblables et tournées vers le rouge; mais les deux dernières, très intenses, qui sont dégradées dans les deux sens, et ont une structure différente, d'ailleurs très curieuse (²), doivent être mises à part. Il sera question seulement des premières bandes dans ce qui va suivre.

» Ces recherches expérimentales ont été faites avec le concours de

(¹) Pour avoir toutes les bandes, faibles et fortes, on a dû employer trois spectrographes de transparence et de dispersion différentes, comprenant successivement un prisme de quartz, un et deux prismes de spath d'Islande. La dernière colonne indique, pour chaque raie, le prisme employé. Avec deux prismes de spath, les longueurs d'onde sont mesurées à moins de $0^{\lambda},10$.

(²) Ces deux dernières bandes, dont l'aspect rappelle les raies H et K des protubérances photographiées au bord solaire extérieur, ont été vues seulement avec les composés oxygénés du carbone. Peut-être sont-elles dues à l'oxygène; on n'a fait aucune recherche spéciale pour reconnaître leur origine.

deux assistants, M. d'Azambuja et M. Kannapell, qui m'ont aidé, le premier dans les observations spectrales, et le second dans les calculs.

» *Propriétés de la lumière cathodique.* — Les bandes précédentes forment un spectre bien net et distinct; car elles obéissent aux lois générales suivantes que j'ai posées de 1885 à 1888 et qui caractérisent le spectre de bandes dû à un même corps : le spectre est formé par la répétition de groupements de raies semblables tels que raies simples ou doublets, triplets, ..., octuplets, etc., et la répétition, représentable par une Table à trois entrées, est réglée par une fonction de trois paramètres m, n, p et de la forme $N = f(n^2 p^2) \times m^2 + Bn^2 + \varphi(p^2)$; N étant le nombre de vibrations, m, n, p les nombres entiers successifs, B une constante, f et φ des fonctions qui peuvent être quelconques.

» En effet, les arêtes des bandes peuvent être groupées en séries arithmétiques égales, de la façon suivante :

Série I.		Série II.		Série III.		Série IV.	
N observés.	Intervalles.	N observés.	Intervalles.	N observés.	Intervalles.	N observés.	Intervalles.
456514							
	21780						
434734							
	21546						
413188		429955					
	21207		21226				
391981		408729		424965			
	20893		20883		20929		
371087		387846		404036			
			20611		20588		
		367235		383448		399150	
					20293		20304
				363155		378846	
							19975
						358871	

» A de faibles différences près, les intervalles, dans chaque série, sont en progression arithmétique, et les quatre séries sont superposables. Les nombres de vibrations sont disposés de manière que les intervalles égaux des séries sont sur une même ligne horizontale.

» Les paramètres n et p qui fournissent les arêtes des bandes ont, dans ce spectre, le premier huit valeurs différentes et le second quatre seulement. Mais le paramètre m, qui donne les raies d'une même bande, a un nombre plus grand de valeurs (de 0 à 30 ou 40).

» Toutes les bandes du spectre sont en effet semblables, et formées de raies dont les intervalles successifs sont en progression arithmétique. La case III montre une de ces bandes résolue en raies fines et représentable tout entière par la formule

$$N = 413865 - 0,0091349o(4m+3)^2.$$

Les écarts entre les nombres observés et calculés sont tous inférieurs à la raison, et l'écart moyen quadratique a la valeur 0,147 qui correspond à l'erreur de pointé.

» Mais le point capital, sur lequel je veux insister, est que les bandes n'offrent qu'une seule série arithmétique, alors que, dans les cinq spectres de bandes connus du carbone, observés au pôle positif, le nombre des séries est plus grand. Ainsi, le spectre de droite de la case II a des bandes formées de deux séries arithmétiques enchevêtrées (voir le dessin des *Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 842) et les autres spectres du carbone ont des bandes encore plus complexes. Autrement dit, le spectre du pôle négatif est formé par la répétition de raies simples, alors que les cinq autres spectres de bandes du carbone observés au pôle positif sont formés par la répétition de doublets ou de groupements plus compliqués.

» Ces différences sont curieuses; or elles se retrouvent aussi avec le gaz azote, qui a, comme on sait, un spectre de bandes spécial au pôle négatif et trois spectres de bandes distincts au pôle positif. Le spectre de bandes négatif est formé par la répétition de raies simples, alors que les trois positifs présentent au moins des triplets, l'un d'eux même, le plus réfrangible, étant formé par des octuplets. Une bande négative de l'azote (λ391,45, N2554) est représentée, résolue en raies fines, dans la case IV de la Planche, au-dessous de la bande négative du carbone; elle offre à première vue une seule série arithmétique et est très semblable à la bande du carbone [1].

» *En résumé, dans les gaz de l'azote et du carbone, la lumière cathodique a une simplicité remarquable*, et cette propriété, qui est probablement générale, devra être recherchée dans les autres gaz.

» On peut chercher à pénétrer la nature intime du phénomène et pré-

---

(1) Les deux bandes diffèrent en ce sens qu'elles sont l'une tournée vers le rouge et l'autre vers le violet; mais elles ont à peu près la même raison et présentent chacune, à la même distance de la tête, un espace obscur, où les raies sont à peine perceptibles.

senter le résultat d'une manière plus saisissante, mais en s'appuyant un peu sur l'hypothèse. J'ai déjà développé en 1890 les raisons qui font dépendre de la structure ou de la formule chimique du gaz illuminé, le nombre et le groupement des raies dont la répétition forme les spectres de bandes. Or les nombreux spectres du carbone et de l'azote énumérés plus haut sont dus à des états allotropiques différents des corps simples ou à des combinaisons avec les éléments de l'eau. Dans ces conditions, les spectres du pôle positif, formés par la répétition de raies multiples, correspondent à de véritables molécules ayant plusieurs atomes; les spectres négatifs, au contraire, sont dus à un atome unique; aussi peut-on dire : *Lorsque le rayonnement cathodique qui, étant faible, ionise les gaz, est assez fort pour les illuminer et donner un spectre de bandes, il les décompose en leurs éléments chimiques les plus simples.*

» Lorsque l'étincelle électrique est plus nourrie, le spectre de bandes disparaît, comme on sait, et fait place à un spectre de lignes (qui est d'ailleurs le seul spectre donné par certains gaz). Cette troisième phase, caractérisée par l'action du champ magnétique sur les raies, sera examinée ultérieurement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action d'une trace d'eau sur la décomposition des hydrures alcalins par l'acétylène.* Note de M. **Henri Moissan.**

« En étudiant l'action de l'acide carbonique sur les hydrures alcalins, nous avons démontré que, si cet acide carbonique est séché avec un très grand soin, il ne réagit pas à la température ordinaire sur les hydrures, et que, au contraire, s'il renferme une petite quantité de vapeur d'eau correspondant à la tension de la glace à — 75°, la combinaison se fait instantanément avec production d'un formiate [1]. Nous avons étendu ces recherches à une autre réaction, celle de l'acétylène sur les hydrures alcalins, réaction que nous avons indiquée précédemment [2].

» Nous avons démontré que, à la température ordinaire, sous pression

(1) H. Moissan, *Étude de la combinaison de l'acide carbonique et de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 723).

(2) H. Moissan, *Préparation des carbures et des acétylures acétyléniques par l'action du gaz acétylène sur les hydrures alcalins et alcalino-terreux* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1522).

réduite, le gaz acétylène réagissait sur les hydrures avec dégagement d'hydrogène et formation d'acétylure acétylénique

$$2KH + 2C^2H^2 = C^2K^2, C^2H^2 + H^2.$$

» Si l'on fait arriver le gaz acétylène sur l'hydrure de potassium ou l'hydrure de sodium à la pression ordinaire, la réaction est assez violente, et, en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène, la surface de l'hydrure devient noire, charbone, et parfois même il se produit une légère incandescence. Le dégagement de chaleur est en effet très grand, et nous nous proposons, par la suite, de le déterminer au moyen du calorimètre.

» Le gaz acétylène employé dans l'expérience précédente avait été desséché simplement au moyen d'un tube en U rempli de fragments de potasse. Au contraire, si le gaz acétylène est parfaitement desséché, le résultat de l'expérience est tout autre.

» Le gaz acétylène, préparé par décomposition du carbure de calcium pur au contact d'un grand excès d'eau bouillie, a été desséché tout d'abord par de la potasse, puis conservé pendant deux jours, dans une cloche à robinet en présence de potasse refondue avec soin au creuset d'argent. Cette cloche est réunie par un tube de plomb avec un premier tube dessiccateur rempli de bâtons d'acide métaphosphorique vitreux auquel fait suite le tube à hydrure alcalin; les joints ont été faits à la gomme laque, et tout l'appareil, séché complètement, ainsi que nous l'avons établi dans nos précédentes expériences.

» Le vide a été maintenu dans cet appareil au moyen d'un trompe à mercure, et, après 48 heures, en tournant lentement le robinet de la petite cloche de verre contenant l'acétylène, on laissait arriver ce gaz au contact de l'hydrure de potassium.

» En soulevant plus ou moins la cloche qui contient le gaz acétylène, on produit dans le tube à hydrure une tension qui peut être mesurée.

» On étire ensuite et l'on soude l'extrémité effilée de ce tube; un volume déterminé de gaz acétylène sec se trouve au contact de l'hydrure. Aucune réaction ne se produit à la température ordinaire. On refroidit peu à peu une extrémité du tube dans de l'oxygène liquide. Le gaz acétylène se condense aussitôt sous forme d'une neige blanche; on retire le tube du vase qui contient l'oxygène liquide; l'acétylène reprend l'état gazeux, revient plus ou moins rapidement à la température ordinaire, sans produire aucune réaction.

» On porte ensuite ce tube scellé dans un bain d'eau dont on élève très

lentement la température. On remarque alors qu'une réaction vive se produit, avec incandescence et mise en liberté de carbone qui noircit l'hydrure, à la température de + 42°. L'expérience a été répétée plusieurs fois et a toujours donné les mêmes résultats. Entre — 80° et + 42°, l'hydrure n'exerce aucune réaction sur le gaz acétylène sec.

» Nous préparons maintenant un tube scellé renfermant l'hydrure et l'acétylène, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, et nous disposons au préalable dans ce tube de verre une petite ampoule contenant quelques milligrammes d'eau et un peu de mercure qui n'agira que par son poids. L'ampoule restant fermée, nous vérifions une fois de plus que le gaz acétylène sec n'a pas d'action sur l'hydrure de potassium. Nous refroidissons l'extrémité inférieure du tube à — 60° et nous brisons l'ampoule. On laisse alors le tube se réchauffer lentement et, 1 ou 2 minutes plus tard, une réaction vive se produit en un point de l'hydrure avec mise en liberté de carbone, puis la décomposition s'étend rapidement à toute la surface du corps solide.

» Dans cette expérience on voit donc la réaction partir d'un point déterminé, puis se propager rapidement de proche en proche et gagner la totalité de l'hydrure.

» Ces expériences ont été variées de bien des façons et nous ont sans cesse donné les mêmes résultats. En plaçant, par exemple, entre le tube à hydrure et la trompe à mercure, un tube en caoutchouc qui avait été desséché au préalable par un courant d'air sec, on remarque que le gaz acétylène qui a traversé le tube en caoutchouc réagit toujours sur l'hydrure de potassium à la température ordinaire. Cela tient à ce que la dessiccation du caoutchouc est illusoire et que ce corps renferme des quantités variables d'humidité.

» Dans une autre expérience, faite avec un tube scellé, contenant de l'acétylène sec, de l'hydrure de potassium et une ampoule renfermant 3^{mg} d'eau, nous avons remarqué le phénomène suivant : on a cassé l'ampoule lorsque le bas du tube était à — 80°, mais par suite du mouvement imprimé au tube, une petite quantité d'hydrure était tombée à la partie inférieure, au contact des 3^{mg} de glace. Nous avons laissé ensuite s'élever lentement la température et nous avons été très surpris de voir qu'aucune réaction ne se déclarait entre le gaz acétylène et l'hydrure de potassium. L'hydrure avait gardé sa couleur blanche, aucun dégagement de chaleur ne s'était produit; mais lorsque, après quelques heures, nous avons agité le tube et que les fragments de verre de l'ampoule sont venus érafler la

surface de l'hydrure alcalin, une réaction vive s'est déclarée dans toute la masse, accompagnée même d'une incandescence.

» L'explication de cette expérience est des plus simples. Au fur et à mesure que la température de la glace s'était élevée, la vapeur d'eau avait été absorbée par l'hydrure tombé au fond du tube, de telle sorte qu'il s'était formé de la potasse à peine hydratée. La tension de vapeur de ce nouveau composé avait été suffisante pour produire à la surface de l'hydrure une couche uniforme d'acétylure acétylénique tellement mince qu'aucun point de l'hydrure n'avait atteint la température de $+42°$.

» Mais aussitôt que les fragments de verre avaient déchiré cette couche protectrice, la trace d'eau que renfermait l'acétylène avait déterminé la transformation complète de l'hydrure.

» Nous avons cité cette expérience parce qu'elle démontre bien l'influence de l'état physique des corps dans les réactions et qu'elle fait comprendre aussi la délicatesse de ces recherches.

» *Conclusions.* — Ces nouvelles expériences établissent donc quelle peut être l'action d'une trace d'eau sur une réaction chimique. Elles sont comparables à celles que nous avons décrites précédemment à propos de la synthèse des formiates au moyen de l'acide carbonique et des hydrures.

» Le gaz acétylène sec ne réagit sur l'hydrure de potassium qu'à la température de $+42°$. Si le gaz contient une trace d'eau, cette dernière modifie les conditions de la réaction qui peut se produire dès lors à la température ordinaire. Nous attribuons, ici encore, ce changement au dégagement de chaleur qui, une fois commencé en un point, détermine une élévation de température et cette dernière amène l'hydrure à $+42°$ et détermine par conséquent une combinaison totale. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différences qui possèdent un système fondamental d'intégrales.* Note de M. **Alfr. Guldberg**, présentée par M. Émile Picard.

« L'importance des équations différentielles qui possèdent un système fondamental d'intégrales est bien connue. Or, il est bien visible que les raisonnements employés pour déterminer ces équations peuvent se répéter pour le cas où, au lieu des équations différentielles, on regarde les équations aux différences.

» Considérons, en effet, le système d'équations aux différences

$$\Delta x_i = F_i(t_1, x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

et supposons que la solution générale de ce système $x_1, \ldots, x_n$ s'exprime d'une manière déterminée, toujours la même, par m solutions particulières

$$(1) \qquad x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots; x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}$$

et n constantes arbitraires a par des formules

$$x_i = \varphi_i(x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}; \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}; a_1, \ldots, a_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

qui subsistent lorsqu'on y remplace les solutions (1) par m autres solutions particulières irréductibles quelconques.

» Il est clair que l'on peut démontrer, d'une manière analogue à celle employée dans le cas des équations différentielles, que la solution générale d'un tel système est définie par les équations d'un groupe

$$x_i = f(e_1, \ldots, e_n; a_1, \ldots, a_n)$$

où les variables e sont remplacées par les constantes d'intégration, et les paramètres a par des fonctions de la variable indépendante t. De plus, ce groupe est m fois transitif; on en conclut, d'après un théorème connu de Sophus Lie, que m ne peut surpasser $n+2$.

» Dans le cas $n = 1$ on aura les trois types d'équations :

» L'équation aux différences

$$\Delta x = P(t)x,$$

dont l'intégrale complète est

$$x = f(t)a;$$

» L'équation aux différences

$$\Delta x = P(t)x + Q(t),$$

dont l'intégrale complète est

$$x = f(t)a + \varphi(t);$$

» L'équation aux différences

$$\Delta x + P(t)(x\Delta x + x^2) + Q(t)x + R(t) = 0,$$

dont l'intégrale complète est

$$x = \frac{\alpha(t)a + \beta(t)}{\gamma(t)a + \delta(t)}. »$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Description d'un orage très localisé.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Deslandres.

« Dans la situation météorologique rapidement variable de ces temps derniers, un orage local fut aperçu par différentes personnes, notamment à Colombes (Seine) et à Mitry (Seine-et-Marne). Voici son aspect dans cette dernière station :

» Le jeudi 3 septembre, après une journée légèrement orageuse (baromètre, 758^{mm}), le ciel se découvrit vers le soir, et la Lune, qui devait être pleine 4 jours après, se leva dans un ciel d'une pureté absolue : dans la direction N-N-W, un nuage de peu d'étendue, à peine élevé de 15° au-dessus de l'horizon, présentait une masse gris bleu, de forme presque parfaitement rectangulaire. Vers 7^h45^m, des éclairs très brillants commencèrent à sillonner le nuage sans que l'on entendît le moindre bruit et, jusque vers 8^h30^m, un feu d'artifice ininterrompu illumina ce nuage. Le spectacle était saisissant et féerique : la forme et le tracé des nombreux éclairs, nettement visibles, s'étendaient dans toutes les directions et illuminaient l'intérieur du nuage, faisant ainsi saillir les formes de gros cumuli très pittoresques. Aucun bruit ne troublait la nuit très pure et constellée.

» Vers 9^h15^m le phénomène était terminé (¹) : peu à peu, des nuages se formèrent sur place et, vers 10^h, le ciel était presque entièrement couvert. Il ne plut pas cette nuit-là.

» Or, quelle est la situation météorologique, particulièrement en ce qui concerne le nord de Paris?

» Le mercredi 2, à Paris, éclairs toute la journée. On doit encore attendre un ciel nuageux, en France, pour le lendemain jeudi : en effet, les observations du 3, 7^h du matin, montrent qu'une dépression circonscrite, signalée la veille, a traversé la France du sud-ouest au nord-est pour se trouver près de Hambourg, tandis qu'une zone de hautes pressions se propage vers le nord de l'Europe. Effectivement, le jeudi, à Paris, le ciel est nuageux avec une faible pluie.

» Le lendemain matin, vendredi 4, à 7^h, la situation s'est modifiée dans l'ouest, car des dépressions s'avancent du large sur le golfe de Gascogne et les Iles Britanniques : la température a tendance à se relever, avec orages dans l'ouest de la France. Ces troubles, très circonscrits, qui traversent la France du sud-ouest au nord-est à partir du golfe de Gascogne, peuvent prendre, au reste, une importance considérable avec leur grande vitesse de translation ; c'est ainsi qu'une petite dépression, insignifiante en apparence, signalée sur le golfe de Gascogne le dimanche matin 6 septembre, se trouvait le soir même au sud de Paris et, 12 heures après, au sud de Hambourg. Suivant cette rapide trajectoire, on signale des pluies très abondantes, 84^{mm} à Bilbao,

(¹) Le nuage paraît s'être élevé très légèrement sur l'horizon.

43^{mm} à Biarritz, 29^{mm} à Bordeaux, 30^{mm} à Paris en 5 heures de temps (5^h à 10^h), 31^{mm} à Saint-Maur, 18^{mm} à Bruxelles, etc.

» Existe-t-il un trouble analogue, susceptible d'avoir engendré l'orage local que nous signalons?

» Dans les dépêches du Bureau météorologique on ne signale rien, au nord de Paris, en fait d'éclairs ou de pluies; loin de là, à Hambourg, dans la nuit du jeudi au vendredi, on note une pluie inappréciable au pluviomètre. Seule, la station de Saint-Maur signale un orage, jeudi soir, entre 10^h et 11^h.

» Cependant, en examinant de plus près les cartes du Bureau météorologique, on peut noter un foyer de perturbation dans le voisinage de notre phénomène. Le jeudi matin, une petite dépression circulaire de 65^{mm}, très circonscrite, est appréciable à l'est-sud-est de Paris, avec tendance à se diriger vers le nord : vent du nord à Paris, sud-ouest à Belfort et Besançon, sud à Nancy et au-dessous de la dépression. Le jeudi soir, ce petit mouvement a légèrement remonté, avec les mêmes caractères généraux : vent de nord-est à Paris, ouest-sud-ouest à Nancy, et sud-ouest à Belfort, mais toujours à l'est et sud-est de Paris, une petite zone à 65^{mm} au milieu d'un état de hautes pressions. La même situation subsiste sur la carte de 7^h du matin le vendredi, quoique un peu moins nette.

» Nous ne voulons pas dire que l'orage local que nous signalons soit dû à la petite perturbation permanente que l'on peut retrouver sur les cartes; mais, tant que l'on ne possédera pas d'autres données sur cet orage, il nous a paru intéressant de rapporter l'aspect bizarre sous lequel il s'est présenté, et de le rapprocher d'un examen plus complet de la situation générale en France au même instant. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la résistance des Épinoches aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant.* Note de M. **Michel Siedlecki** (de Cracovie), présentée par M. Alfred Giard.

« Il est établi depuis longtemps que l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus*) peut vivre aussi bien dans l'eau douce que dans l'eau saumâtre. Près des embouchures des ruisseaux allant à la mer, qui se remplissent complètement d'eau salée pendant le flux et ne contiennent que de l'eau douce pendant le reflux, l'Épinoche vit aussi normalement que dans les endroits où jamais l'eau de mer ne peut arriver. M. Giard, qui a également observé ces faits, a établi par des expériences que l'Épinoche peut passer directement de l'eau douce à l'eau de mer et *vice versa,* et s'adapte brusquement à son milieu nouveau. Les observations de M. Giard, dont nous

avons constaté la parfaite exactitude au cours de nos recherches, et le fait que l'Épinoche de l'eau douce transportée en eau de mer peut vivre dans cette dernière d'une façon tout à fait normale pendant plusieurs semaines, suggèrent l'idée que cet animal est très réfractaire aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant. Nous avons alors tenté d'étudier, à Wimereux, la résistance des Épinoches à des solutions possédant une haute pression osmotique, comme celles du sucre, de la glycérine et des sels divers.

» 1. Quelques Épinoches ont été placées dans une solution de 1 pour 100 de sucre de betterave. Après 24 heures nous avons transporté les animaux dans une solution à 2 pour 100 de sucre, et les jours suivants nous avons renouvelé le liquide en augmentant sa concentration de 1 pour 100 par jour. Ainsi nous sommes arrivé à tenir les animaux dans une solution contenant 10 pour 100 de sucre. Les Épinoches se sont comportées d'une façon tout à fait normale; elles prenaient leur nourriture et nageaient comme dans l'eau douce. Une concentration plus forte du liquide a provoqué un affaiblissement des animaux, qui ont même cessé de prendre la nourriture; dans une solution à 15 pour 100 de sucre les animaux mouraient en 3 jours.

» Les animaux pris dans l'eau douce et placés brusquement dans une solution contenant 15 pour 100 de sucre ont vécu aussi longtemps (3 jours) que ceux qui ont passé préalablement par des solutions à concentration croissante.

» Ces faits prouvent, d'un côté, une résistance très prononcée à l'augmentation de la pression osmotique; d'un autre côté, ils démontrent que cette résistance reste la même, aussi bien dans le cas où il s'agit de s'opposer à l'action brusque d'une solution fortement concentrée, que dans celui où la quantité de sucre a été augmentée très lentement dans les solutions.

» 2. Les expériences faites avec des solutions de glycérine ont été moins démonstratives que les précédentes pour le rôle de la pression osmotique, par suite de l'action très compliquée de ce liquide. Les Épinoches supportaient une solution de 6 pour 100 de glycérine et ne mouraient que dans une solution de 7 pour 100, après avoir vécu 48 heures dans ce liquide. Traités par la glycérine, ces Poissons présentaient les phénomènes d'hyperesthésie et perte du sens de l'équilibre; très sensibles à la moindre secousse, ils nageaient sur le côté ou sur le dos; ils tournaient sur place et même prenaient leur nourriture en exécutant des mouvements tout à fait désordonnés. Il faut donc admettre que l'action de la glycérine ne consiste pas seulement en une augmentation de la pression osmotique; ce liquide se comporte comme un venin agissant sur le système nerveux et, en solution, peut tuer une Épinoche avant que les limites de la pression osmotique à laquelle l'animal peut résister soient dépassées.

» 3. Les expériences avec des animaux placés dans des solutions de sels alcalins ou bien alcalino-terreux prouvent aussi que la toxicité de ces solutions n'est pas déterminée par leur pression osmotique et n'est même pas proportionnelle à cette pression. Nous avons déterminé, au moyen d'expériences, le minimum de la concentration nécessaire pour chaque solution des divers sels, qui doit tuer une Épinoche en 24 heures

environ. Pour KCl cette concentration est de 0,1 pour 100; pour $NaCl$ 3,5 à 4 pour 100; pour Na^2SO^4 5 à 6 pour 100; pour $MgSO^4$ 6 à 7 pour 100, etc. La comparaison de ces exemples démontre suffisamment l'action spécifique des sels et le rôle tout à fait secondaire de la pression osmotique dans ces solutions.

» 4. Les Épinoches sont aussi réfractaires à la diminution de la pression osmotique du milieu ambiant qu'à son augmentation; placées dans l'eau distillée suffisamment aérée, elles vivent dans ce liquide d'une façon tout à fait normale.

» Le degré de la résistance aux changements de la pression osmotique varie suivant les propriétés individuelles des Épinoches. Les individus vigoureux, bien nourris et d'une taille moyenne, sont les plus réfractaires; les jeunes Poissons, d'une longueur de 2^{cm} à 3^{cm}, et les grosses femelles à ovaires gonflés succombent ordinairement très vite, même dans des solutions relativement peu concentrées; mais, les petites Épinoches aussi bien que les grandes femelles sont les plus difficiles à nourrir; par conséquent elles s'affaiblissent et perdent leur résistance très facilement.

» La pression osmotique du milieu atteint en première ligne la surface du corps et des branchies. La protection de ces deux parties du corps est assurée par l'épithélium couvert d'un enduit de mucus. Nous croyons que cette couche épithéliale représente une membrane résistante à la pénétration de certains corps dissous vers l'intérieur de l'organisme et surtout vers le sang. Avec l'affaiblissement de l'organisme, provoqué par une nutrition insuffisante, la résistance de cette couche diminue et les animaux succombent très facilement. Le même fait se produit quand on transporte les Épinoches dans des solutions par lesquelles la couche épithéliale est en partie désagrégée, comme, par exemple, dans la solution de Na^2CO^3; la résistance des animaux diminue tellement qu'ils succombent en quelques minutes même dans des solutions très faibles.

» Nous pouvons conclure que la pression osmotique du milieu ambiant, agent très puissant pour d'autres animaux et pour les végétaux, n'a que très peu d'influence sur les fonctions vitales des Épinoches, grâce à leur surface protégée par une couche pourvue de certaines qualités des membranes hémiperméables. »

M. A. Berthier adresse, de Genève, une Note intitulée : « Transformateur actino-électrique, pour la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique ».

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 aout 1903.

(Suite.)

Experiments in radioactivity and the production of helium from radium, by sir William Ramsay and Frederick Soddy. s. l., juillet 1903; 1 feuille en placard.

Elenco delle stelle doppie rinvenute nelle lastre fotografiche pubblicate nelle 1° Volume del Catalogo fotografico stellare, corrispondente alla zona vaticana : P. Angelo Rodriguez, Direttore della Specola vaticana. Rome, 1903; 1 fasc. in-4°.

Microbiologie. Vitalité des germes des organismes microscopiques des eaux douces et salées, par M. A. Certes. Rome, F. Cuggiani, 1903; 1 fasc. in-4°.

On the evolution of the Proboscidea, by C.-W. Andrews. (*Philosophic. Transact. of the R. Soc. of London*, série B, vol. CXCVI, p. 99-118.) Londres, 1903; 1 fasc. in-4°.

Relative Schweremessungen in Württemberg. III. *Messungen auf der Linie : Ulm-Freudenstadt*, mit 7 Figuren; mit einem Anhang : *Versuche, dem Magazin-thermometer und dem Pendel gegen Temperaturänderungen die gleiche Trägheit zu geben*, von K.-R. Koch. Stuttgard, 1903.

Muni. Guinea continental espanola; granda mapa en escala de 1 : 200000, en dos hojas, por D. Enrique d'Almonte. (*Boletin de la Real Sociedad geographica*, t. XLIV, suplemento.) Madrid, 1903; 2 feuilles pliées en 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landenstationen in Bosnien-Hercegovina, im Jahre 1899. Vienne, 1902; 1 fasc. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XXXIV, année 1902, par le Dr H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, 1902-1903; 1 fasc. in-4°.

Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie. 1901-1902; 2e série, vol. VI et VII, par A. Klossovski. Odessa, 1903; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre*.)